

# Las aplicaciones informáticas en la arqueología española: un panorama del primer congreso

---

Víctor M. Fernández Martínez

Departamento de Prehistoria. Universidad Complutense.  
28040 Madrid.

---

## 1. Introducción

La primera reunión de ámbito estatal sobre las aplicaciones informáticas en arqueología, celebrada en Madrid los días 8 y 9 de octubre de 1990, tuvo por objeto iniciar los contactos entre los investigadores españoles que trabajan o simplemente están interesados en este tema, repartidos en múltiples centros y proyectos, con el fin de compartir experiencias e intercambiar resultados. El relativo éxito de la convocatoria, con más de treinta trabajos presentados y un largo centenar de inscripciones, fue buena prueba de su necesidad, confirmada por la intención de continuar su celebración en otros puntos de nuestra geografía académica: el próximo encuentro será organizado por la Universidad de Granada en 1993.

La idea de celebrar esta reunión no fue ciertamente original, puesto que eventos semejantes llevan teniendo lugar desde hace tiempo en otros países de nuestro entorno. Sin llegar a la periodicidad anual y antigüedad de los coloquios británicos (*Computer Applications in Archaeology* desde 1973, ahora denominados *Computer and Quantitative Methods in Archaeology*, aunque se mantienen las siglas CAA: RAHTZ y RICHARDS, 1989), que en 1992 se celebrarán por primera vez fuera del Reino Unido (Universidad de Aarhus, Dinamarca), reuniones semejantes han tenido lugar en Francia (una de las primeras: GARDIN, 1970), Italia (VV.AA., 1988), Estados Unidos (como parte de las reuniones anuales de la *Society for American Archaeology*, p.e. ALDENDERFER, 1987) o en un nivel internacional (Congreso Mundial de Arqueología de 1990: REILLY y RAHTZ, 1990). Varios organismos públicos franceses organizarán, en noviembre de 1991 (Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye), el que se pretende sea el primer congreso europeo sobre la materia.

Los trabajos publicados en este volumen se dividen en cuatro apartados fundamentales: inteligencia artificial y sistemas expertos, estadística y métodos científicos, bases de datos y sistemas integrados, y finalmente aplicaciones gráficas. Si comparamos los temas tratados con los resultados obtenidos en una encuesta nacional sobre el tema, patrocinada por la Asociación Profesional de Arqueólogos de España (A.P.A.E.) y publicada en 1989 (FERNANDEZ MARTINEZ y FERNANDEZ LOPEZ, 1989; 1990), se aprecian ciertas diferencias que tal vez sean debidas al carácter distinto (investigación/aplicación) de ambas prospectivas y a la desigual respuesta que obtuvo la segunda. Por un lado, se observa la desaparición de los

sistemas CP/M, ya reemplazados por el más potente MSDOS o el sistema MacIntosh, y por otro la falta de concordancia entre los centros que contestaron la encuesta y quienes, muchos menos, han participado en el congreso, sugiriendo una menor presencia de investigaciones originales frente a la difundida utilización de programas comerciales. Más sorprendente es la escasez de aplicaciones museísticas en el congreso (un único trabajo) y la ausencia de las de catalogación de yacimientos/monumentos por parte de las administraciones autónomas, trabajos sin duda en curso pero en los que habrá que esperar a otra ocasión para poner en común y superar la segura diversificación de códigos y programas que se producirá.

Si se contrastan los temas de este volumen con los que actualmente cubre la *Tecnología de la Información* en sus aplicaciones arqueológicas, según puede verse, por ejemplo, en las amplias bibliografías internacionales publicadas recientemente (RICHARDS, 1986, con 497 referencias; RYAN, 1988, con 713; ARROYO-BISHOP y LANTADA, 1990, con 1821), se desprenden claras diferencias en lo que respecta a importantes campos que nuestra investigación no parece todavía cubrir. Así, los sistemas expertos (2.5 % en 1988, 3.4 % en 1990) todavía no cuentan con aplicaciones en nuestro país (los dos trabajos de este volumen han sido realizados en Francia), pero más preocupante es la aparente ausencia entre nosotros de trabajos sobre gestión del patrimonio (8.7 % - 6.2 %), museos (6.9 % - 3.9 %), y enseñanza (de la misma informática o el nuevo y atrayente campo de la formación arqueológica por ordenador: MARTLEW, 1988; ORTON y GRACE, 1989).

Con todo, la impresión que causa la lectura de nuestros textos es ante todo positiva. No se trata de que los arqueólogos españoles utilicen los ordenadores siguiendo una moda internacional, sino de que los usan con un nivel de apreciación de sus posibilidades comparable al que se da en otras comunidades científicas con reputación de más avanzadas. De forma a veces clara y otras más sutil, estas máquinas, y la formalización que exigen, también nos permiten a nosotros una elaboración y combinación más profundas e intercomunicables de nuestros datos, como veremos a continuación en el comentario y resumen de las distintas comunicaciones.

## 2. Las aplicaciones

### 2.1. Sistemas expertos

Siguiendo una pretendida ordenación de lo gene-

ral a lo particular, los dos primeros artículos tratan aspectos de la Inteligencia Artificial, el campo que no sólo es considerado como más "avanzado" dentro de las aplicaciones informáticas, sino también el que más se adentra en los aspectos teóricos de las distintas disciplinas a que sirve. La introducción general fue encargada por los organizadores del coloquio a Jean-Claude GARDIN, a quien no solo agradecemos su presencia sino también el extraordinario placer de su amistad. La decisión de traducir este texto fue tomada con el objetivo práctico de facilitar su lectura por un círculo más amplio, y contó con la entusiasta aprobación de su autor.

Dentro de la IA y los Sistemas Expertos es preciso separar sus pretensiones generales para un posible futuro, que se dan ya por alcanzadas en la idealización popular de "ciencia-ficción" que existe sobre el tema, y la realidad de las aplicaciones prácticas ya conseguidas, todavía muy lejanas de aquéllas. La investigación actual va en el sentido de diferenciar un tipo de conocimiento "superficial", que estudia las regularidades aparentes que se dan en los distintos fenómenos, y el "profundo" que busca su comprensión por encima de la simple predictibilidad (DORAN, 1988: 238). Dentro del primer grupo se pueden colocar la mayoría de las aplicaciones "expertas" existentes, tanto en las ciencias naturales (p.e. sistemas de diagnóstico en medicina) como en arqueología (p.e. de reconocimiento gráfico y clasificación de formas de artefactos, MAIN, 1988; GOODSON, 1989).

El segundo grupo está formado por los sistemas expertos (SE) de modelización o simulación del conocimiento, y a este apartado se pueden asignar los trabajos que comentamos. Tras examinar el aspecto "inteligente" y los problemas teóricos de formalización que plantean dos de los métodos informáticos clásicos (gestión documental y clasificación automática), GARDIN nos expone su idea sobre el futuro de la aplicación de los SE, tal como hoy existen en el mercado informático, a la arqueología (Cf. GARDIN, 1980; 1989; 1990; 1991; GARDIN et al., 1987). Lo primero que se advierte, y así lo hace el autor, es el carácter eminentemente teórico y estado inicial de experimentación de todos los intentos actuales (Cf. BAKER, 1988; DORAN, 1988; STUTT, 1988; PATEL y STUTT, 1989; STUTT y SHENNAN, 1990), cuya finalidad práctica, si por ello entendemos un SE preparado para un uso público, con independencia de cuáles puedan ser sus prestaciones, está todavía poco clara.

No obstante, Gardin deja bien claro que los trabajos actuales tienen un importante resultado práctico, como consecuencia del “movimiento de introspección” a que obligan, y la continua aparición de las debilidades teóricas de nuestros argumentos, de otra forma no siempre patentes. Este “subproducto epistemológico” parece por el momento más interesante que los mismos SE, e incluso el propio uso del ordenador pierde su importancia, puesto que el análisis de los razonamientos es previo a una modelización automática que a veces se nos descubre como una mera repetición mecánica de aquél.

Ese análisis, que Gardin denomina “logicista” en recuerdo de la labor clarificadora de Wittgenstein, consiste en extraer de los textos científicos su arquitectura argumental, eliminando todo lo accesorio y dejando únicamente la compleja línea que va desde las proposiciones iniciales (datos,  $P_0$ ) hasta las finales (interpretación,  $P_n$ ), en forma de un cuadro-nodo por cada proposición y flechas de inferencia (arcos) que unen los nodos. De esta forma no sólo se ahorra espacio, lo cual no sería ya poco mérito, sino que quien escribe está obligado a especificar claramente cuáles han sido todos los pasos de su argumentación. Este sistema se aplica por el momento al análisis de trabajos arqueológicos concretos ya publicados (GARDIN et al., 1987), de tipo inductivo (al contrario de las aplicaciones anglosajonas, que priman la confrontación o ataque entre distintas hipótesis: STUTT y SHENNAN, 1990), con resultados prácticos interesantes: ¿cuántos paralelos materiales son necesarios para deducir que una cultura “copió” de otra? ¿cómo se diferencia un objeto local de otro importado? ¿cómo escoger entre varias interpretaciones distintas, asignándoles diferentes grados de verosimilitud?

Se trata de un ejercicio de “hacer como si” las ciencias humanas fuesen igual que las físico-naturales (un temporal y lúdico “juego de ciencia”), y de definir más claramente su modo propio de elaborar construcciones, su “saber local” o lógica específica (*local knowledge* de Geertz, *field-related logic* de Toulmin). Esta labor corresponde, más que a filósofos, lingüistas o historiadores, a los practicantes de cada ciencia, que deben separar claramente lo que corresponde a una “lógica natural” o de “sentido común” de su “saber compartido”, las convenciones comunes a todos ellos cuando elaboran sus argumentos.

El problema reside en saber cuáles son esas convenciones, o incluso si siquiera existen. Gardin

no está de acuerdo con los “relativistas post-modernos” (como cuando responde a la afirmación de Shennan: “at the higher level there is no expertise, but only disagreement”), pero se distancia al mismo tiempo de aquéllos que han creído encontrar una ciencia “dura”, hoy aparentemente en retirada, reflexionando sobre la posibilidad de una “tercera vía” en ciencias humanas (“ni ciencia ni arte”) con “esa especie de restauración de la Literatura —con L mayúscula— que implica el proyecto logicista” (GARDIN, 1990).

Con todo, es preciso reconocer que una gran parte de nuestra lógica, al menos en un supuesto “bajo” o “medio” nivel, descansa en trabajos realizados por aquéllos a los que se atribuye la defensa de la ciencia con “C”: etnoarqueología-taonomía sobre restos de fauna (BINFORD, 1981) o líticos-cerámicos (SCHIFFER, 1976), como admiten los practicantes de la Inteligencia Artificial (GARDIN et al., 1987: 245) aunque no “suscriban la base filosófica” de esos trabajos (STUTT y SHENNAN, e.p.). Desde luego que importa saber cómo se articula nuestra argumentación, pero también de qué materia están compuestas las “flechas” que unen los nodos ( $P_0 \rightarrow P_n$ ), derivadas en gran medida del razonamiento analógico, con todos sus problemas (STUTT, 1988: 362-3), entre las realidades del presente y el pasado “inobservable”.

La misma necesidad de analogías etnoarqueológicas aparece en la argumentación del SE propuesto por J.A. BARCELO con el fin de interpretar el grado de control social existente en una sociedad prehistórica en función de la similitud, medida matemáticamente, de sus artefactos (los “socio-técnicos”, si sabemos separarlos de los demás). Las reglas de inferencia no han de ser sólo “sintácticas” en abstracto, sino también “semánticas” con significado concreto, y ese significado (¿existe relación, y de qué tipo, entre la mayor similitud de los artefactos y la mayor estabilidad de la élite dominante, el mayor control social?) ha de ser proporcionado al programa del ordenador, utilizando técnicas de aprendizaje automático, mediante ejemplos de control sobre distintas sociedades actuales (una “simulación de las teorías de alcance medio”). Una vez resuelto el problema de la analogía, la indudable utilidad del SE consistirá en la posibilidad de efectuar cadenas de inferencia mucho más largas de lo que son habitualmente, para llegar al final a “saber” (¿o mejor elegir entre las diferentes posibilidades de combinación no secuencial por el sistema?) la clase de control social existente en la sociedad en estudio.

## 2.2. Estadística y métodos científicos

El siguiente grupo de artículos de este volumen se refiere al análisis cuantitativo-estadístico, un campo menos comprometido teóricamente y que ya podemos considerar como “establecido” en la práctica arqueológica. Con todo, este afianzamiento práctico —aunque todavía lejos de ser universal— no está exento de problemas pendientes. Por un lado, la mayor de lo deseable variedad de métodos existentes, que provocan una lógica confusión por las diferencias entre resultados para los mismos datos de entrada. Por otro lado está la acusación de “pobreza teórica” (DORAN, 1988: 239) o “tosquedad” (GARDIN et al., 1987: 14) de estos métodos, de los que se esperaba una mucho mayor contribución al avance de la disciplina.

Para ambos problemas, por otra parte no exclusivos de la aplicación a nuestro campo, pueden existir respuestas. En primer lugar, la recomendación de ensayar varios métodos y no contentarse nunca con uno solo, con la idea clara de que la conformidad en los resultados estará siempre en función de la propia adecuación de los datos al análisis estadístico, y tanto más coherentes serán aquéllos cuanto “mejores” sean éstos, es decir, mejor reflejen la realidad cultural que es nuestro objetivo (tengan menos “ruido”).

Con respecto a su potencialidad teórica, es posible que, en mi opinión, se les haya exigido más de lo que pueden dar. Con los métodos estadísticos lo que hacemos es cambiar la estructura de los datos, su colocación relativa entre sí y con respecto al observador, para así facilitar su interpretación, pero ésta pertenece a una fase posterior del proceso. Esta afirmación de “libertad de modelo” (*model-free*) para estos métodos no se hace sin conciencia de las posibles acusaciones que puede recibir —ingenuo optimismo, simple positivismo— pero por el momento es la opinión de quien esto escribe y parece la más extendida, aun reconociendo sus dificultades (p.e. ¿qué papel juega la utilización por Binford del Análisis Factorial rotativo en la polémica sobre el comportamiento de los homínidos de Olduvai?) (BINFORD, 1981; ver un resumen en FERNANDEZ et al., 1990).

El trabajo de ESQUIVEL y otros sobre el establecimiento, a partir de la Teoría de la Información, de coeficientes de similaridad para variables nominales resulta de gran interés, por tratarse de una investigación original en este campo, algo de lo que no andamos precisamente sobrados, y proponer una solución para un problema omnipresente en arqueo-

logía: la clasificación con variables cualitativas (para las numéricas existen, por el contrario, demasiadas soluciones). A pesar de que los métodos taxonómicos cuentan con un menor prestigio en la actualidad que los de ordenación, menos comprometidos con ideas previas, en este caso, quizás también por la selección de variables cerámicas arqueológicamente relevantes, el análisis *cluster* muestra mejores resultados que, por ejemplo, un análisis de correspondencias, en apariencia más indicado pero en donde los agrupamientos aparecen mucho menos claros (se probaron los mismos datos con el programa AFC: FOUCART, 1982).

En el artículo de CONTRERAS y otros se presentan los programas estadísticos del Departamento de Prehistoria de la Universidad de Granada, centro en el que ya existe la todavía rara y muy deseable colaboración entre especialistas en informática y arqueología. Los programas aparecen integrados en un paquete (brevemente descrito en MOLINA y otros, en este volumen) que permite una rápida conexión entre bases de datos, análisis estadísticos y gráficos, salvando los inconvenientes que produce el trasvase “manual” normalmente necesario (largas series de instrucciones, necesidad de un conocimiento avanzado del sistema operativo y los distintos programas, etc.). Otra ventaja fundamental es que los programas (no solo los de DB, sino también los estadísticos) están especialmente preparados para datos arqueológicos, algo cuya necesidad ha sido expresada en múltiples ocasiones (p.e. ORTON, 1988: 232-3) y que ya está produciendo resultados en otros centros importantes, como el Instituto de Arqueología de Londres (HODSON y TYERS, 1988). Con ello se evitan las limitaciones en cuanto a la cantidad de información aceptada por el programa (número de casos) y, sobre todo, a las bajas prestaciones gráficas de la mayoría de los programas comerciales (por ejemplo, el muy utilizado SPSS).

Sobre un tema interesante y muy común, el tratamiento estadístico de los fragmentos cerámicos, trata la comunicación de RISQUEZ y otros; al contrario de lo que se propone en otro trabajo de este volumen (FERNANDEZ MARTINEZ y FERNANDEZ LOPEZ), los fragmentos no son tipificados previamente, para luego introducir el “tipo” de cada uno como variable nominal y combinarla con las demás, sino que se miden individualmente en su forma (horizontalidad, centro de gravedad, engrosamiento y concavidad) para luego estudiar las “tendencias” mediante un análisis multivariante (factorial). Aunque el proceso es evidentemente mucho más laborio-

so, y por ello solo se ha realizado con una muestra reducida, el sistema evita la tantas veces denunciada "artificialidad" de nuestros "tipos", forzosamente clasificados. Por otro lado, y en sentido contrario, el problema de las pequeñas diferencias de forma entre unos vasos y otros (del mismo "tipo"), inintencionales en una factura artesanal y que "no dejan ver el bosque" (ORTON, 1988: 31-32), se resuelve por el análisis factorial, en cuyo espacio (gráfico) bidimensional los fragmentos se distribuyen de forma continua en función de las distintas tendencias sin ninguna necesidad de ser agrupados. En su aplicación práctica, el sistema propuesto permite una "contextualización" de esas tendencias, al representar en el gráfico las diferentes densidades de los fragmentos en los distintos recintos excavados, con interesantes conclusiones funcionales (áreas de almacenamiento/consumo, actividades estacionales, etc.). Es de esperar que la continuación de esta investigación concluya en un sistema *práctico* de tratamiento de los "tiestos" que ayude a terminar con la "paralizante perplejidad" que produce la abundancia de estos restos en la mayoría de los arqueólogos, cuyo resultado suele ser la simple renuncia al análisis.

El trabajo de LORRIO, que compara una larga serie de métodos taxonómicos automáticos en la clasificación de un mismo conjunto de vasijas cerámicas, sigue la línea de investigación que intenta resolver el problema antes mencionado: a pesar del tiempo transcurrido desde los primeros trabajos (p.e. HODSON, 1970), todavía no está claro qué métodos escoger a la hora de clasificar nuestros artefactos. Con todo, y en un caso particular como es éste, en el que las urnas son realmente muy parecidas, es de destacar la básica conformidad entre los distintos resultados, y entre éstos y la clasificación inicial del autor, en principio más subjetiva, tomada como modelo. De la comparación se deduce la supremacía del método de Ward, incluso sobre el de enlace medio, todavía hoy más utilizado, y la mayor capacidad clasificatoria, en detalle de subtipos, de la distancia euclídea sobre ésta elevada al cuadrado. Por otro lado, se confirma la necesidad de combinar los análisis de agrupamiento (de conglomerados, *cluster*) con los de ordenación (Componentes principales para variables numéricas), como forma de validación de los primeros (ORTON, 1988: 60-66; ALDENDERFER, 1982) y, como se aprecia en este caso, para distinguir variantes tipológicas sobre la base de pequeñas variaciones en algunas dimensiones clave (forma del cuello de la vasija).

Los dos siguientes artículos exponen aplicaciones de un método de ordenación que, a pesar de su reciente introducción, cuenta con una gran popularidad por sus grandes posibilidades analíticas: el análisis de correspondencias (BENZECRI, 1973; GREENACRE, 1984). El primero, de GUINEA y HERAS, demuestra la versatilidad del método incluso en un apartado, la seriación cronológica, en el que otro sistema, el Análisis de Proximidades o Escalogramas Multidimensionales, parecía tener la exclusiva (Cf. FERNANDEZ, 1985), y ello no sólo con variables nominales (de presencia/ausencia), sino también con las numéricas (espesor de los fragmentos cerámicos) previamente discretizadas (Cf. GUINEA, 1990). El segundo, de FERNANDEZ y GARCIA, examina los datos cualitativos multi-estado de una base de datos de gran tamaño (necrópolis meroítica de más de doscientas tumbas, cada una definida por setenta variables, una vez transformadas las multi-estado en presencia/ausencia), que previamente se había tratado de forma manual mediante análisis bivariantes. El método multi-variante concuerda básicamente con los resultados anteriores, pero a la vez posibilita una estructuración del modelo explicativo del cementerio (a la vez cronológico y social) mucho más clara. La comparación con un sistema diferente, el método "generador de reglas" ID3 de Quinlan (desarrollado dentro del campo de los sistemas expertos), demostró una mayor potencialidad del de correspondencias, pero ello puede ser debido al escaso tiempo con que contaron los autores del trabajo para perfeccionar el algoritmo para datos funerarios, o para escoger un sistema generador más apropiado.

El programa propuesto por IZQUIERDO para el análisis de necrópolis prehistóricas resultará sin duda muy atractivo para todos los que trabajen con este tipo de restos y quieran obtener conclusiones sociales, más allá de la simple ordenación cronológica o la clasificación cultural. Aunque resulten discutibles, por tratarse de un tema de teoría social, los fundamentos que ligán al materialismo histórico (Cf. LULL y PICAZO, 1989) con un determinado coeficiente matemático para calcular la "apropiación social" de una tumba (y también lo que distingue este concepto de otros como "riqueza" o "estatus": Cf. HODSON, 1977; HODSON y TYERS, 1988: 34), lo cierto es que el "valor contextual" de un determinado tipo de artefacto parece bastante apropiado y rico en contenido para una aproximación cuantitativamente válida al problema: es proporcional a la rareza, concentración espacial y aprecio social del tipo. Partiendo de tal coeficiente, el programa realiza clasificaciones de tumbas, correlación de aquel con-

cepto con la simple cantidad de ajuar, análisis espacial, etc., y sus resultados en el análisis de diversas necrópolis protohistóricas recomiendan sin duda la prueba del sistema.

El último trabajo estadístico del volumen corresponde a varias aplicaciones multivariantes a datos arqueo-faunísticos de yacimientos medievales españoles. La investigación de CEREJO y otros demuestra una vez más la potencialidad de los métodos de "reducción de datos" para la interpretación, en una disciplina "auxiliar" con mayor tradición cuantitativa que la nuestra: la discriminación cultural entre asentamientos cristianos e islámicos por la distinta representación de las especies, a la que se superpone de forma más clara la puramente geográfica con la separación de la zona cantábrica, y la discriminación funcional de diversas zonas de un asentamiento sobre la misma base. En ambos casos la lógica continuación del trabajo habrá de seguir la línea de una interpretación histórico-arqueológica, exigencia que a veces parece ser dificultada por la compartimentación estanca que todavía sufren las ciencias que desde distintos puntos de vista se acercan al registro cultural.

Relacionada con la anterior, la comunicación de PATON y otros presenta un programa original para la identificación de diversas especies de una familia de peces (los mugilidos), mediante la introducción de datos de presencia/ausencia de una serie de caracteres en tres tipos concretos de hueso, considerados como diagnóstico. El interés del método radica en la automatización del conocimiento que implica, por lo que podría ser considerado como un sistema experto del tipo más simple que veíamos al principio.

La contribución de ARRIBAS se puede también clasificar, junto con las dos anteriores, en el apartado de métodos científicos aplicados a la arqueología, lo que concuerda e incluso supera las frecuencias de publicaciones extranjeras (un 5.5 % en la bibliografía de 1988: RYAN, 1988: 19-20), en donde el tema más abundante es el que trata del proceso de datos geofísicos, no representado en nuestro congreso. En el artículo se expone el proceso informático y opciones seguidas para la consecución fiable de fechas de termoluminiscencia, en el recién creado laboratorio de este útil sistema de datación en la Universidad Autónoma de Madrid.

### 2.3. Bases de datos y sistemas integrados

Dentro de las aplicaciones que estamos viendo, el campo de las Bases de Datos (DB) es el que presenta

mayor interés para un grupo cada vez más amplio de arqueólogos, que no parece que tarde mucho en coincidir con el total de los practicantes de esta disciplina. Las DB informáticas están llamadas a resolver uno de nuestros problemas más arduos: el tratamiento rápido, económico y científicamente válido del conjunto *global* de las informaciones que poseemos del pasado material (tal como se entiende *global* en cada momento concreto y desde la perspectiva teórica de cada investigador). Por otro lado, estos sistemas hacen surgir la necesidad de *codificar* nuestra información, pasando del lenguaje "natural" clásico a un lenguaje "formal", en un proceso cuyas ventajas de ahorro de espacio y rapidez de manejo, con ser importantes, palidecen ante las posibles implicaciones teóricas, todavía no bien comprendidas, que suponen para la disciplina (ver GARDIN en este volumen). Finalmente, las DB arqueológicas están provocando una "democratización" de nuestro conocimiento, no solo por la mayor facilidad de difusión de los datos, sino porque la codificación de los formularios los hace accesibles a un número mayor de personas (POWLESLAND, 1986:40).

A pesar de su utilidad en el trabajo diario, los sistemas de DB han tardado mucho más que la estadística en incorporarse a nuestra práctica habitual, porque los grandes ordenadores, únicos que antes existían, no eran aptos para ese empleo "diario" que los caracteriza. La aparición de la micro-informática y el descenso del precio de los ordenadores personales han sido la causa, por muy prosaica que nos parezca, de la difusión de estos métodos y por lo tanto también de sus implicaciones teóricas. Por otro lado, la tardía incorporación de la arqueología española a esta corriente ha tenido, paradójicamente, una consecuencia positiva: en nuestro país no vamos a sufrir más que los últimos coletazos de la "torre de Babel" electrónica, provocada por la multiplicidad de sistemas existentes hasta hace poco tiempo. En el momento actual parecen haberse resuelto muchos de los problemas que antes preocupaban en este campo, debido a la cada vez mayor presencia del sistema "compatible" en los ordenadores personales, que con la normalización del entorno WINDOWS se acerca en prestaciones gráficas al otro sistema rival (MACINTOSH), y la implantación generalizada de los Sistemas de Gestión de DB (SGBD o DBMS en inglés) del tipo relacional (p.e. dBASE). El dúo PC compatible/DBMS relacional parece destinado a durar, confiemos en ello, todavía mucho tiempo.

Otro problema distinto es la consecución de un

lenguaje formal de uso uniforme por todos los investigadores. Este objetivo, que posibilitaría una transmisión universal de los datos, no solo está lejos de ser alcanzado sino que no parece ni siquiera deseable a los mejores especialistas (DORAN y HODSON, 1975: 331; RICHARDS y RYAN, 1985: 6): “la clave del futuro debe ser y será la diversidad, más que la estandarización y el sistema gigante de información integrada”. No se trata solo de razones prácticas — es imposible poner de acuerdo a tanta gente —, ni de que la arqueología “no sea todavía una disciplina lo suficientemente científica” (WHALLON, 1972: 38) —terrible asunto que es mejor no entrar a discutir— sino de que la codificación, a la vez que aclara e integra, también constriñe y reduce los datos, y por ello tal vez sea mejor no obligar a todo el mundo a hacerlo de la misma forma. Dicho con otras palabras, la variedad que presenta la realidad material del pasado es de tal calibre, que cada arqueólogo ha de ser responsable de qué aspectos decide estudiar y en qué forma, siendo lógicamente menos importantes los tipos de código que emplee para ello. La intercomunicación entre los distintos equipos no queda por ello disminuída, sino que por el momento habrá de efectuarse en el nivel de los resultados-interpretación de los análisis, más que en el de los mismos datos iniciales.

Los tres primeros artículos del volumen que tratan el tema de las DB, de ARROYO-BISHOP, ARROYO y LANTADA, y GARCÉS y otros, sirven para presentar dos de los sistemas más importantes de gestión de una excavación arqueológica, ambos desarrollados en Francia por Daniel Arroyo-Bishop (1989) y Michel Py (1990) respectivamente: ArchéoData y SYSLAT, el primero independiente del tipo de ordenador y el segundo para Macintosh. Los dos sistemas intentan la encomiable integración, con un grado mayor o menor de codificación, de *todos* los datos de un proyecto arqueológico: materiales, diarios, topografía, estratigrafías, gráficos y fotografías, análisis de muestras, etc. Por lo que sabemos de ellos, los dos sistemas son realmente parecidos, y lógicamente no sería “elegante”, como mínimo, entrar aquí en una comparación de las virtudes o los defectos —dificiles de apreciar fuera de su uso en la práctica diaria— de cada uno. Únicamente se ha de señalar la pretensión, por parte de una de las propuestas, de convertirse en el primer Sistema de Información Arqueológica que conocemos en nuestra disciplina, siguiendo las directrices de los S.I. Geográfica existentes, que integran *informáticamente todos los datos espaciales* de una región determinada con unas posibilidades de análi-

sis verdaderamente aplastantes (Cf. ALLEN et al., 1990).

Un aspecto que sí es posible tratar en estas líneas, y que provocó una de las discusiones del congreso — junto con el problema de la matriz de Harris —, es el referido a la terminología de algunos conceptos importantes de la excavación arqueológica. Se trata de la palabra que debemos emplear para designar lo que los ingleses llaman *feature*, cuya traducción más general es la de “rasgo distintivo” y que se emplea para englobar los “artefactos no transportables” (RENFREW, BAHN, 1991: 42) o “aspectos estructurales-arquitectónicos” (JOUKOWSKY, 1980: 177): muros, hogares, hoyos, etc.. No parece que la traducción por “hecho” (“fet” en catalán) sea muy adecuada, por el sentido demasiado general (de “suceso”) que la palabra posee (al igual que la definición del mismo debida a M. Bats; ver GARCÉS y otros, en este volumen), ni tampoco la de “conjunto” que propone Arroyo (tal vez por su connotación de “unido a”), por lo que sugiere de agregado plural; aunque todos estos inconvenientes se desvanecerían, obviamente, si cualquiera de ellas consiguiese una aceptación general. Un problema parecido ocurre con la designación de las unidades mínimas reconocidas en una excavación (“unidad estratigráfica”, “contexto”, etc.). Aunque parezcan poco importantes, estos problemas son básicos y mucho más decisivos para la comunicación entre los arqueólogos que la codificación antes citada, y dentro de las ventajas del uso de las bases de datos en arqueología sin duda se encuentran las discusiones sobre el vocabulario y los progresos y consensos que a través de ellas se puedan alcanzar (Cf. CHADBURN, 1988).

El siguiente trabajo, de INFANTE y FERNÁNDEZ, presenta un proyecto de informatización global en la investigación de “arqueología del paisaje” de una zona concreta de Galicia. Los aspectos más originales son quizás la combinación de datos ambientales —obtenidos dentro y fuera de los yacimientos, y no necesariamente relacionados con éstos— y datos arqueológicos, en ficheros separados pero en relación, y la adaptación del sistema a la prospección superficial, mediante el uso de los útiles conceptos de “área de dispersión” de artefactos y “punto arqueológico”.

Los dos siguientes artículos, de MAESTRO y TRAMULLAS y de FERNÁNDEZ MARTÍNEZ y FERNÁNDEZ LOPEZ, tratan de la gestión informática de datos cerámicos —de nuevo los engorrosos fragmentos— en una excavación arqueológica. En

ambos se trata de obtener información global resumida de las diferentes variables, en forma de listados por determinadas condiciones, utilizando las potentes prestaciones de los programas DBMS relacionales (FoxBASE en Macintosh, dBASE-IV en compatible). En adición a lo anterior, el segundo sistema, denominado TUESTO, incorpora un amplio conjunto de tratamientos estadísticos de la información codificada de los fragmentos —con la pretensión de “exprimirla” por completo. Se trata de ir más allá de la estadística simple de recuentos, casi la única que por desgracia se aprecia en la mayoría de los sistemas de DB arqueológicos, siguiendo los principios teóricos y experimentos etnoarqueológicos de la arqueología procesual norteamericana que son más aceptados, incluso por sus oponentes (la teoría de la formación del depósito arqueológico: p.e. SCHIFFER, 1976; 1987), pero que todavía no han mostrado apenas su influencia entre los investigadores de nuestro país. El objetivo último es la identificación de los distintos tipos de deposición (primario, primario residual, secundario, *de facto*, etc.) que se dieron en los diferentes contextos (niveles, habitaciones, etc.) para la reconstrucción funcional del sitio, combinando las variables nominales y numéricas de los fragmentos en formas diversas.

El artículo de MOLINA y otros expone de forma resumida el sistema integrado que sigue y amplía en la actualidad el Departamento de Prehistoria de Granada para la gestión informática de sus distintos proyectos. Su modelo, que integra datos de texto, gráficos e imágenes en una red común gestionada por Hypermap-Windows, puede servir de base para otros departamentos que deseen y sean capaces de unificar los distintos proyectos de investigación de su personal académico (Ver más información sobre este sistema en D.P.U. G. 1986).

El trabajo que presentan VERDEGAL y otros es el único, como decíamos, que trata el tema de los museos, en donde lógicamente las aplicaciones de DB son básicas, al exponer el sistema seguido en el centro comarcal de Borriana (Castellón). Como aspecto interesante, hay que señalar el hecho de que en el museo no sólo se recoge información sobre los objetos almacenados, sino también sobre sus contextos arqueológicos de origen (yacimientos, excavaciones, unidades estratigráficas, material gráfico, etc.). Es de esperar que nuestros museos, a pesar de las dificultades de comunicación que ha originado la descentralización autonómica, se integren pronto en los sistemas de documentación europeos afines (como la ya clásica *Museum Documentation*

*Association* británica: Cf. ROBERTS y INGRAM, 1989).

El siguiente trabajo, de ADANEZ, versa sobre un proyecto de informatización de datos bibliográficos que utiliza el gestor relacional dBASE-IV. Aunque en apariencia menor, el tema de la gestión bibliográfica no lo es en absoluto, y este sistema debería trascender la etapa de investigación individual para entrar en la consideración de nuestras bibliotecas. En este caso no se trata simplemente de hacer fichas y ordenarlas, sino de introducir unos campos descriptores (palabras “clave”) que indiquen para cada publicación aspectos teóricos de gran interés en las búsquedas posteriores (siguiendo el modelo de sistema, paradigma, teoría, etc. de CLARKE, 1972). Las dificultades prácticas de tal implantación no deberían servir de pretexto para no intentar tan útil trabajo.

Hemos colocado al final del apartado de las DB la propuesta de crear una DB de los propios programas arqueológicos en algún centro redistribuidor/informativo, que se presenta (significativamente en forma interrogativa) por J. MEDINA. Sobre la utilidad de tal centro no es necesario insistir, puesto que la misma realización de este congreso responde a idéntica necesidad. La idea, por supuesto, no es nueva (y está en la base de las sucesivas encuestas del equivalente británico de nuestra A.P.A.E.: RICHARDS, 1986), aunque su realización práctica tropieza, al menos, con el problema de la ya tópica carencia institucional.

## 2.4. Sistemas gráficos

Con este último apartado entramos en el aspecto de la informática que se puede considerar más instrumental, en el sentido de presentar menos implicaciones o problemas teóricos que los precedentes. No obstante, las posibilidades que ofrecen estos sistemas, sobre todo en cuanto a rapidez de ejecución en comparación con los manuales, están provocando una expansión, de otra forma seguramente mucho más lenta, de los principios teóricos englobados en el término de “Arqueología Espacial”.

Los trabajos presentados se refieren a la mayoría de las aplicaciones más habituales en este campo: estudios y reconstrucciones arquitectónicas mediante fotogrametría y C.A.D. (Diseño Asistido por Ordenador), análisis micro-espaciales de datos de excavación y prospección, mediante programas propios o comerciales de topografía, análisis macro-espaciales de catastros romanos y de captación econó-



mica (análisis territorial) mediante programas propios, y una exposición de un sistema comercial de diseño español para el tratamiento digital de imágenes. El único tipo de aplicación no representado es el que trata las representaciones tridimensionales de datos arqueológicos o geofísicos (*terrain modelling*), que últimamente parece estar en boga, a juzgar por las publicaciones extranjeras (RAHTZ y RICHARDS, 1989: 87-198; REILLY y RAHTZ, 1990, vol. 1).

El trabajo de ALMAGRO describe los sucesivos sistemas empleados por la Escuela de Estudios Árabes de Granada en la restitución gráfica, y posterior tratamiento y conservación, de monumentos islámicos y datos planimétricos de excavación. Se defiende como método definitivo la utilización de técnicas fotogramétricas, conectadas informáticamente al programa AutoCad. Este mismo programa es el utilizado por MEDRANO y otros en la reconstitución teórica de las partes destruidas del edificio monumental de Botorrita, en la que mediante los datos de excavación y la inferencia estadística cuando éstos faltan, se calculan las diferentes medidas arquitectónicas para luego proceder al diseño asistido del edificio completo, que es girado en distintos ángulos para así poder apreciar mejor sus características; todo lo cual no sólo es de utilidad en la interpretación del monumento sino también en los posibles trabajos de restauración del mismo.

Los estudios micro-espaciales comienzan con el artículo de WENIGER y otros, que expone un programa original para representar, en diversas posiciones de planta o alzado, los hallazgos líticos y faunísticos del yacimiento de Mediona, adscrito cronológicamente al Paleolítico Medio. Mediante estos gráficos, en los que se indica no sólo la posición tridimensional, sino al mismo tiempo la orientación y el tamaño de los objetos, se facilita en gran manera la reconstrucción del depósito estratigráfico y la detección de posibles remociones, y el estudio funcional de las distintas áreas de actividad, señalándose para ello las líneas de remontaje de la elaboración de los distintos útiles líticos.

La comunicación de DIAZ-ANDREU y MONTERO trata de la aplicación de un programa comercial de topografía, unido a otros de elaboración propia, para crear mapas de densidad de distintos tipos de artefacto (limitados por el momento a las diferentes materias primas), registrados en la prospección superficial de yacimientos de la Edad del Bronce. Aunque hasta ahora las deducciones funcionales se refieren únicamente a diferencias entre yacimientos, el sistema ha de servir sin duda para

detectar áreas de actividad en el interior de los mismos, que se habrán de comprobar mediante muestreos de excavación (FERNANDEZ y LORRIO, 1986; Cf. estudios recientes de simulación sobre movimientos post-deposicionales en superficie: REYNOLDS, 1988; BOISMIER, 1989).

Un análisis de tipo macro-espacial es el presentado por GURT y otros para superponer, mediante un programa gráfico original, una reconstrucción teórica del sistema de centuriaciones (catastro) romano de una zona de Mallorca sobre el mapa geográfico actual de la misma, sirviendo las coincidencias observadas de contrastación de la hipótesis inicial. El sistema, dada la regularidad espacial de las divisiones romanas, es simple para el programa, y puede ser extendido a zonas de comprobación más amplias (Cf. PETERSON, 1988).

El programa propuesto por FERNANDEZ y VICENT permite una obtención rápida y fiable, a partir de datos topográficos y geográficos, de los distintos elementos que componen el llamado Análisis Territorial o de Captación Económica (más conocido por el término inglés de *Site Catchment Analysis*), siguiendo algunas pautas prácticas recomendadas en el estudio concreto de Gilman y Thornes (1985) sobre el SE de la Península. El programa calcula y dibuja los distintos territorios isócronos de explotación desde un yacimiento concreto o para una serie de yacimientos cercanos, y obtiene por muestreo aleatorio dentro de aquéllos las respectivas proporciones de los diferentes tipos de suelo o explotación agrícola, expresadas en forma de histogramas. El éxito que ha conocido el S.C.A. desde su primera propuesta hace más de veinte años, y ello a pesar de las numerosas críticas que no han conseguido desmentir su potencialidad analítica para la interpretación económica de la Prehistoria, augura asimismo una perspectiva optimista para la difusión del sistema que comentamos.

Por último, el artículo de BARRIUSO presenta de forma muy resumida las posibilidades de un sistema informático concreto, el único de este tipo, que sepamos, enteramente diseñado en nuestro país, para el tratamiento digital de imágenes, procedan éstas de análisis microscópico de materiales arqueológicos, de sensores remotos (especialmente la teledetección desde satélite) sobre la superficie terrestre, o sean representaciones gráficas de materiales para su archivo como Base de Datos. Especialmente en el segundo apartado, la teledetección como ayuda fundamental para la prospección arqueológica, aunque todavía en fase de experimentación en varios países,

promete interesantes resultados, así como el seguro pronto descenso de precio para estos sistemas lo hace también con respecto a su futura implantación generalizada en nuestros equipos arqueológicos (Cf. EBERT, 1984; HAIGH y IPSON, 1989).

### 3. Conclusiones

Acabamos de ver un resumen apretado de las contribuciones al congreso, que muestran la gran variedad de temas y campos de aplicación donde la informática está ayudando a la investigación arqueológica. ¿Qué impresión general se obtiene de todo ello? ¿Qué es más importante en los trabajos, la parte informática o las conclusiones arqueológicas, que casi siempre se meten muy resumidas al final, como para justificar lo anterior? ¿Son las máquinas y programas meros *instrumentos* para ahorrar tiempo, en unos análisis que en esencia no los necesitarían?

En algunos tipos de trabajo, como las Bases de Datos o los gráficos, la rapidez de ejecución aparece como lo más importante. En otros, como la estadística o la simulación (de situaciones reales en el tiempo o de nuestros propios razonamientos), es la misma existencia de la informática la que se presenta, por el contrario, como algo esencial. Pero hay algo más profundo en todo esto: como dice Gardin, la informática representa un desafío para nuestra inteligencia, y hoy asistimos a un proceso, todavía incipiente y mal comprendido, de cambio en nuestra propia forma de percibir los datos del pasado.

No es solamente que esos mismos datos sean *mensurables* por el mismo hecho de ser materiales, y que en cierta manera estén “pidiendo a gritos” la formalización/codificación, incluso en un tratamiento manual, sino que la informática los procesa y “resume” para hacerlos, por vez primera, globalmente “digeribles” por nuestro intelecto. Lejos de existir una oposición hombre-máquina, la idea general que se desprende es más bien que “la máquina libera al hombre”. La informática, en contra de una extendida pero probablemente falsa idea, no implica limitaciones para la interpretación científica, sino al contrario: es posible que la fantasía y la imaginación del arqueólogo trabajen mejor con esos datos nuevos, cuyo significado es sin duda mucho más abstracto que esos miles de trozos sin sentido que excavamos de la tierra. Como decían Lock y Wilcock (1987: 52), en la era post-informática nuestros debates no van a desaparecer sino todo lo contrario: “existe vida después de los ordenadores”.

Todo lo anterior no quiere decir que estemos libres de alguna mala pasada, como cuando alguien siente nostalgia de sus viejos métodos (¿o del mismo paso del tiempo?) y añora aquel momento en que pacientemente rellenaba a lapiz una larga tabla de números, que querían decir cerámicas y tumbas, en una tarde calurosa de verano como ésta en la que escribo.

### BIBLIOGRAFIA

- ALDENDERFER, M.S.  
1982 “Methods of cluster validation for archaeology”, *World Archaeology*, 14: 61-72.
- ALDENDERFER, M.S. (ed.)  
1987 *Quantitative Research in Archaeology: progress and prospects*. Sage, Newbury Park.
- ALLEN, K.M.S.; GREEN, S.W.; ZUBROW, E.B.W. (eds.)  
1990 *Interpreting space: GIS and archaeology*. Taylor & Francis, Londres.
- ARROYO-BISHOP, D.  
1989 “The ArchéoDATA project”, en RAHTZ y RICHARDS 1989: 69-86.
- ARROYO-BISHOP, D.; LANTADA ZARZOSA, M.T.  
1990 *Une bibliographie sur l'application de l'informatique en archéologie*. GDR 880 du C.N.R.S., París.
- BAKER, K.G.  
1988 “Towards an archaeological methodology for expert systems”, en RUGGLES y RAHTZ 1988: 229-236.
- BENZECRI, J.-P.  
1973 *L'analyse de correspondances*. Dunod, París.
- BINFORD, L.R.  
1981 *Bones: ancient men and modern myths*. Nueva York, Academic Press.
- BOISMIER, W.A.  
1989 “Recognising and controlling for cultivation-induced patterning in surface artefact distributions”, en RAHTZ y RICHARDS 1989: 133-145.
- CLARKE, D.L.  
1972 “Models and paradigms in contemporary archaeology” en *Models in archaeology* (D.L. CLARKE, ed.), Methuen, Londres, pp. 1-60.
- CHADBURN, A.  
1988 “A review of approaches to controlling archaeological vocabulary for data retrieval”, en RAHTZ 1988: 389-397.
- DORAN, J.E.  
1988 “Expert systems and archaeology: what lies ahead?”, en RUGGLES y RAHTZ 1988, pp. 237-241.
- DORAN, J.E.; HODSON, F.R.  
1975 *Mathematics and computers in archaeology*. Edinburgh U.P., Edimburgo.

- D.P.U.G. (Departamento de Prehistoria de la Universidad de Granada)
- 1986 "Propuesta de un modelo sistemático de recuperación del registro arqueológico", *Arqueología Espacial*, 7: 121-145. Teruel.
- EBERT, J.I.
- 1984 "Remote sensing applications in archaeology", en *Advances in Archaeological Method and Theory*, vol. 7 (M.B. SCHIFFER, ed.), Academic Press, Nueva York, pp. 293-362.
- FERNANDEZ MARTINEZ, V.M.
- 1985 "La seriación automática en arqueología: introducción histórica y aplicaciones", *Trabajos de Prehistoria*, 41: 9-49.
- FERNANDEZ MARTINEZ, V.M.; LORRIO ALVARADO, A.
- 1986 "Relaciones entre datos de superficie y del subsuelo en yacimientos arqueológicos: un caso práctico", *Arqueología Espacial*, 7: 183-198.
- FERNANDEZ MARTINEZ, V.M.; FERNANDEZ LOPEZ, G.
- 1989 "La informática en la arqueología: resultados de una encuesta", *Revista de Arqueología* 97, 8-9.
- 1990 "Computer Archaeology in Spain", en REILLY y RAHTZ 1990, vol 2: 20-22.
- FERNANDEZ MARTINEZ, V.M.; RUIZ ZAPATERO, G.; PEREIRA SIESO, J.
- 1990 "El origen del hombre: últimos descubrimientos y teorías. II. La evolución cultural", *Revista de Arqueología*, 112: 12-23.
- FOUCART, T.
- 1982 *Analyse Factorielle. Programmation sur microordinateurs*. Masson, París.
- GARDIN, J.C. (ed.)
- 1970 *Archéologie et calculateurs: problèmes sémiologiques et mathématiques*. Editions du C.N.R.S., París.
- GARDIN, J.C.
- 1980 *Archaeological constructs: An aspect of archaeological theory*. Cambridge U.P., Cambridge.
- 1989 "The role of 'local knowledge' in archaeological interpretation", *Archaeological Approaches to Cultural Identity*, (S. Shennan ed.), Unwin Hyman, Londres, pp. 110-122. Reproducido en traducción francesa en GARDIN 1991: 227-236.
- 1990 "L'interprétation dans les humanités: réflexions sur la Troisième voie", *Interpretation in the Humanities: Perspectives from Artificial Intelligence*, (Ennals, R.; Gardin, J.-C. eds.), The British Library, Londres, pp. 22-59. Reproducido en GARDIN 1991: 237-254.
- 1991 *Le calcul et la raison. Essais sur la formalisation du discours savant*. Editions de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, París.
- GARDIN, J.C.; GUILLAUME, O.; HERMAN, P.Q.; HESNARD, A.; LAGRANGE, M.-S.; RENAUD, M.; ZADORA-RIO, E.
- 1987 *Systemes experts et sciences humaines: le cas de l'archéologie*. Eyroles, París.
- GILMAN, A.; THORNES, J.B.
- 1985 *Land-use and Prehistory in Southeast Spain*. G. Allen & Unwin, Londres.
- GOODSON, K.J.
- 1989 "Shape Information in an artefact Database", en RAHTZ, RICHARDS 1989, pp. 349-361.
- GREENACRE, M.J.
- 1984 *Theory and applications of Correspondence Analysis*. Academic Press, Londres.
- GUINEA BUENO, M.
- 1990 "Técnicas de refinamiento cronológico para el control de datos espaciales", en *Espacio y organización social*, (ADANEZ, J.; HERAS, C.M. y VARELA, C. eds.), Universidad Complutense, Madrid, pp. 179-196.
- HAIGH, J.G.B.; IPSON, S.S.
- 1989 "Image processing in archaeological remote sensing", en RAHTZ y RICHARDS 1989: 99-109.
- HODSON, F.R.
- 1970 "Cluster analysis and archaeology: some new developments and applications", *World Archaeology*, 1: 299-320.
- 1977 "Quantifying Hallstatt: some initial results", *American Antiquity*, 52: 394-412.
- HODSON, F.R.; TYERS, P.A.
- 1988 "Data analysis for archaeologists: the Institute of Archaeology packages", en RAHTZ 1988: 31-41.
- JOUKOWSKY, M.
- 1980 *A complete manual of Field Archaeology*. Prentice Hall, New Jersey.
- LOCK, G.; WILCOCK, J.
- 1987 *Computer Archaeology*. Shire, Aylesbury.
- LULL, V.; PICAZO, M.
- 1989 "Arqueología de la muerte y estructura social", *Archivo Español de Arqueología*, 65: 5-20.
- MAIN, P.L.
- 1988 "Accessing outline shape information efficiently within a large database II: database compaction techniques", en RUGGLES, RAHTZ 1988, pp. 243-251.
- MARTLEW, R.
- 1988 "New technology in archaeological education and training", en RAHTZ 1988: 499-504.
- ORTON, C.
- 1988 *Matemáticas para arqueólogos*. Alianza, Madrid.
- ORTON, C.; GRACE, R.
- 1989 "Hypercard as a teaching tool", en RAHTZ, RICHARDS 1989, pp. 327-337.
- PATEL, J.; STUTT, A.
- 1989 "Beyond classification: the use of artificial intelligence techniques for the interpretation of archaeological data", en RAHTZ y RICHARDS 1989: 339-347.
- PETERSON, J.W.M.
- 1988 "Information systems and the interpretation of Roman cadastres", en RAHTZ 1988: 133-149.

- POWLESLAND, D.  
1986 "On-site computing: in the field with the silicon chip", en RICHARDS 1986: 39-43.
- PY, M.  
1990 *SYSLAT: Système de gestion et d'exploitation de la documentation issue des fouilles de Lattes (Hérault). Rapport intermédiaire (printemps 1990)*. CNRS, UPR 290. 37 pp.
- RAHTZ, S.P.Q. (ed.)  
1988 *Computer and Quantitative Methods in Archaeology 1988*, BAR International Series 446, Oxford.
- RAHTZ, S.; RICHARDS, J. (eds.)  
1989 *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1989*. BAR International Series 548. Oxford.
- REILLY, P.; RAHTZ, S. (eds.)  
1990 *Communication in Archaeology: a global view of the impact of information technology. Vol. 1: Data Visualisation. Vol 2: National Strategies, Artificial Intelligence, Communication. Vol 3: Late Papers*. 2<sup>e</sup> Congreso Mundial de Arqueología. Barquismeto, Venezuela, September 4th-8th 1990. Department of Electronics and Computer Science. University of Southampton.
- RENFREW, C.; BAHN, P.  
1991 *Archaeology. Theories, Methods, and Practice*. Thames & Hudson.
- REYNOLDS, P.J.  
1988 "Sherd movement in the ploughzone: physical data base into computer simulation", en RAHTZ 1988: 201-219.
- RICHARDS, J.D. (ed.)  
1986 *Computer usage in British Archaeology*. Occasional Paper 1. Institute of Field Archaeologists, Birmingham.
- RICHARDS, J.D.; RYAN, N.S.  
1985 *Data processing in archaeology*. Cambridge U.P., Cambridge.
- ROBERTS, D.A.; INGRAM, N. (eds.)  
1989 *Computers in Museums Case Studies. 3: The use of computers for collections documentation*. MDA Occasional Paper 13. The Museum Documentation Association, Cambridge.
- RUGGLES, C.L.N.; RAHTZ, S.P.Q. (eds.)  
1988 *Computer and Quantitative Methods in Archaeology 1987*, BAR International Series 393, Oxford.
- RYAN, N.S.  
1988 "A bibliography of computer applications and quantitative methods in archaeology", en RAHTZ 1988, pp. 1-27.
- SCHIFFER, M.B.  
1976 *Behavioral Archaeology*. Academic Press, Nueva York.  
1987 *Formation processes of the archaeological record*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- STUTT, A.  
1988 "Second generation expert systems, explanations, arguments and archaeology", en RAHTZ 1988: 353-367.
- STUTT, A.; SHENNAN, S.  
1990 "The nature of archaeological arguments", *Antiquity* 64: 766-777.  
e.p. "Designing an interpreter as part of a workbench for archaeological argument", *Computer Applications in Archaeology 1990*, abstracts of papers, University of Southampton.
- VV. AA.  
1988 *Archeologia e informatica*. Quaderni dei Dialoghi di Archeologia, 4. Casa Editrice Quasar, Roma.
- WHALLON, R.  
1972 "The computer in archaeology: a critical survey", *Computer and the Humanities*, 7(1): 29-45.